

PLANETARY GEAR

Publication number: EP1188002

Publication date: 2002-03-20

Inventor: SCHULZ HORST (DE)

Applicant: ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN (DE)

Classification:

- international: **F16H1/28; F16H1/28; (IPC1-7): F16H1/46**

- european: **F16H1/28D**

Application number: EP20000942080 20000616

Priority number(s): DE19991028385 19990621; WO2000EP05545
20000616

Also published as:



WO0079149 (A1)

EP1188002 (A0)

DE19928385 (A1)

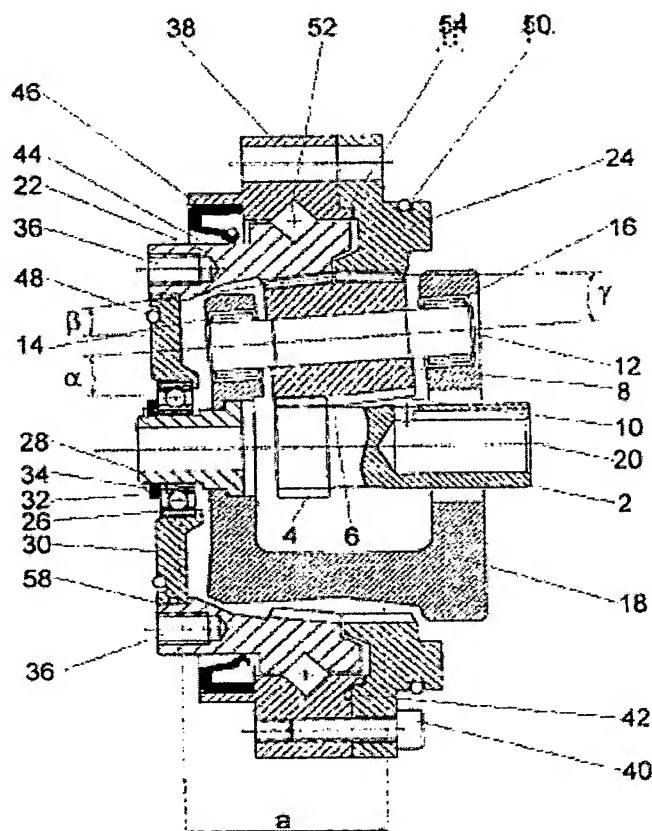
EP1188002 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for EP1188002

Abstract of corresponding document: **DE19928385**

The planetary gear has a driven sun wheel (4) with two internally toothed hollow wheels (22,24). Planetary wheels (8) are axially movably mounted on axles (12) running at a tilted axle angle in a pinion cage (18). The planetary wheels have two conically toothed cogging parts (6,10). The cogging part of a hollow wheel is cylindrical, and the cogging area of the other hollow wheel is conical. A planetary support bearing (26) is positioned the planetary support (18) and the hollow wheel.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Dezember 2000 (28.12.2000)

PCT

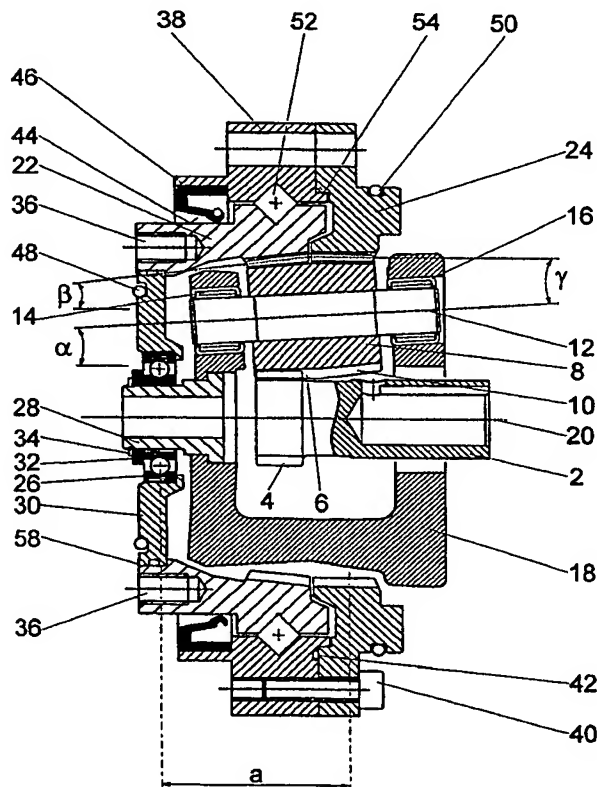
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/79149 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F16H 1/46 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; D-88038
Friedrichshafen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/05545
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Juni 2000 (16.06.2000) (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHULZ,
Horst [DE/DE]; Königsberger Strasse 3, D-88045
Friedrichshafen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: ZF FRIEDRICHSHAFEN
AG; D-88038 Friedrichshafen (DE).
- (30) Angaben zur Priorität: 199 28 385.0 21. Juni 1999 (21.06.1999) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PLANETARY GEAR

(54) Bezeichnung: PLANETENGETRIEBE



(57) Abstract: The invention relates to a Wolfrom gear comprising a driven sun gear (4) provided with two internal toothed ring gears (22, 24) and planet gears (8) which are mounted in an axially displaceable manner in a planet carrier (18) and which comprise two conically toothed geared areas (6, 10). According to the invention, the geared area of a ring gear (24) is nearly cylindrical and the geared area of the other ring gear (22) is conical. In addition, the planet gear axes (12) are inclined at an angle of inclination (α) of the axis. An axially effective planet carrier bearing (26) is provided between the planet carrier (18) and the ring gear (22), and the axial position of the planet carrier (18) can be adjusted with regard to the ring gear (22) in order to simultaneously adjust the backlash of the teeth of both ring gears (22, 24).

(57) Zusammenfassung: Bei einem Wolfrom-Getriebe mit einem angetriebenen Sonnenrad (4) mit zwei innenverzahnten Hohlrädern (22, 24) und Planetenrädern (8), die in einem Planetenträger (18) axial verschieblich gelagert sind, und die zwei konisch verzahnte Verzahnungsbereiche (6, 10) aufweisen, wird vorgeschlagen, dass der Verzahnungsbereich eines Hohlrads (24) annähernd zylindrisch und der Verzahnungsbereich des anderen Hohlrads (22) konisch ausgebildet ist, dass die Planetenradachsen (12) um einen Achsneigungswinkel (α) geneigt verlaufen, dass ein zwischen dem Planetenträger (18) und dem Hohlrad (22) axial wirksames Planetenträgerlager (26) vorgesehen ist, und dass die Axialposition des Planetenträgers (18) gegenüber dem Hohlrad (22) einstellbar ist, um das Verzahnungsspiel der Verzahnungen beider Hohlräder (22, 24) gleichzeitig einzustellen.

WO 00/79149 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

Insbesondere in der Handhabungstechnik werden zur Leistungsübertragung von hochtourigen Antriebsmotoren hoch untersetzende Getriebe benötigt. Einen Anwendungsfall stellen Industrieroboter dar, bei denen Planetengetriebe eingesetzt werden. Für die Präzision eines Industrieroboters kommt dem Planetengetriebe eine zentrale Bedeutung zu. Es müssen präzise Bewegungsabläufe mit höchster Wiederholgenauigkeit gewährleistet sein. Für ein derartiges Planetengetriebe sind insbesondere folgende Kriterien von Bedeutung:

- geringes, einstellbares Verdrehspiel,
- hohe Steifigkeit,
- hoher Wirkungsgrad,
- niedrige Wärmeentwicklung,
- geringe Vibration und
- eine hohe Laufruhe.

Für Getriebe, die in höheren Stückzahlen gefertigt werden, hat sich gezeigt, daß die Art und Weise der Verzahnungsspieleinstellung einen entscheidenden Einfluß auf die Herstellkosten hat.

Die DE 43 25 295 A1 zeigt zwei unterschiedliche Bauformen von Wolfrom-Getrieben mit geneigten Planetenradachsen, wobei eine Bauform zwei Hohlräder mit konischen Verzahnungsbereichen gleicher Konusrichtung und durchgehend zylindrisch verzahnte Planetenräder zeigt, und die andere Bauform zwei Hohlräder mit zylindrischen Verzahnungsbereichen und durchgehend konisch verzahnten Planetenrädern. Die Verzahnungsspieleinstellung ist bei diesen Bauformen relativ aufwendig, da an insgesamt drei Stellen Einstellscheiben vorgesehen sind, welche bei der Montage in entsprechen-

der Dicke verbaut werden. Wird bei einem fertig montierten Getriebe beim Funktionslauf ein nichtoptimales Spielverhalten festgestellt, so hat das einen sehr hohen Demontageaufwand zur Folge.

5

Die DE 195 25 831 A1 zeigt ein Wolfrom-Getriebe, bei welchem die beiden Hohlräder konische Verzahnungsbereiche mit zueinander entgegengesetzter Konusrichtung aufweisen. Die Planetenräder sind als Stufenräder mit zwei konischen Verzahnungsbereichen ausgebildet, deren Konusrichtungen ebenfalls zueinander entgegengesetzt verlaufen. Die Planetenradachsen verlaufen parallel zur Getriebehauptachse. Zur Verzahnungsspieleinstellung ist bei diesem Getriebe eine Einstellscheibe großen Durchmessers vorgesehen. Für die Montage muß diese große und teure Einstellscheibe in verschiedenen Dicken bevorratet sein, was sich negativ auf die Herstellkosten auswirkt. Diese großen Einstellscheiben sind auch deshalb teuer, weil sie nicht nur ein sehr genaues Dickenmaß aufweisen müssen, sondern darüber hinaus auch zahlreiche Bohrungen aufweisen.

10

15

20

Schließlich zeigt die nicht vorveröffentlichte DE 197 56 967 A1 der Anmelderin ein Wolfrom-Getriebe, bei welchem die Verzahnungsbereiche der beiden Hohlräder entgegengesetzte Konusrichtung aufweisen und die Konuswinkel unterschiedlich groß sind. Die Planetenräder dieses Getriebes weisen zwei konische Verzahnungsbereiche gleicher Zähnezahl und mit entgegengesetzter Konusrichtung auf, welche ohne Versatz ineinander übergehen. Bei diesem einfacher herstellbaren Getriebe können die Planetenradachsen der doppelkonisch ausgebildeten Planetenräder um einen Neigungswinkel geneigt sein, um die Unterschiede in den Betriebseingriffswinkeln der beiden Hohlradeingriffe zu ver-

25

30

ringern. Zur Verzahnungsspieleinstellung ist jedoch auch bei diesem Getriebe eine teure Einstellscheibe großen Durchmessers notwendig.

- 5 Ausgehend von dem gattungsbildenden Stand der Technik nach der DE 195 25 831 A1 liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein Planetengetriebe der Wolfrom-Bauart zu schaffen, bei welchem die Verzahnungsspieleinstellung mit geringerem Montage- und Kostenaufwand erfolgen kann.
- 10 Außerdem soll das Getriebe bei gleicher oder höherer Übertragungstreue unempfindlich sein gegenüber unvermeidlichen fertigungsbedingten Abweichungen.

- 15 Diese Aufgabe wird mit einem, auch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruches aufweisenden, gattungsgemäßen Planetengetriebe gelöst. Bevorzugte bauliche Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

- 20 Bei dem erfindungsgemäßen Getriebe wirkt sich vorteilhaft auf die Herstellkosten aus, daß zur Verzahnungsspieleinstellung der beiden Verzahnungsbereiche der Planetenräder mit den beiden Hohlrädern nur eine Einstellscheibe geringen Durchmessers erforderlich ist. Die Verzahnungsspieleinstellung erfolgt durch axiale Einstellung des Planetenträgers, wofür ein kleines Planetenträgerlager ausreichend ist. Ein Mittenversatz oder ein Rundlauffehler der Hohlräder wird während des Betriebs durch eine axiale Bewegung des doppelkonischen Planetenräder entlang ihrer Planetenachsen ausgeglichen. Ohne die Gefahr des Verklemmens und
- 25 ohne Übertragungsfehler hinnehmen zu müssen, können größere Fertigungs- und Montagetoleranzen der Hohlräder, wie z. B. Härteverzug, Teilungsfehler, Rundlauffehler zugelassen werden.
- 30

In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Konuswinkel der beiden Verzahnungsbereiche der Planetenräder so gewählt, daß die aus der Konizität herrührenden Axialkräfte im wesentlichen ausgeglichen sind. Am Planetenrad bzw. an den einzelnen Planetenrädern stellt sich im Betrieb automatisch eine axiale Mittenposition ein, bei der sich das geringe, noch vorhandene Verzahnungsspiel automatisch gleichmäßig auf die beiden Zahneingriffe mit den Hohlrädern verteilt.

Das erfindungsgemäße Getriebe kann gerad- oder schrägverzahnt ausgeführt werden. Wenn die Planetenräder schrägverzahnt ausgeführt sind, was in bezug auf Lauf- und Geräuschverhalten vorteilhaft ist, weisen die beiden Verzahnungsbereiche jedes Planetenrads vorteilhafterweise gleichen Richtungssinn und etwa gleiche Steigungsmaße auf, so daß die aus der Schrägverzahnung herrührenden Axialkräfte auf die Planetenräder ebenfalls im wesentlichen ausgeglichen sind.

Durch eine Anordnung des Planetenträgerlagers in axialem Abstand vom Hohlrad mit annähernd zylindrischen Verzahnungsbereich wird eine Lagerbasis geschaffen, die unerwünschte Kippbewegungen des Planetenträgers abstützt.

Eine günstige konstruktive Gesamtanordnung wird erzielt, wenn das den Abtrieb bildende Hohlrad konisch und das feststehende Hohlrad annähernd zylindrisch ausgebildet ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung entspricht der Achsneigungswinkel der Planetenachsen in etwa dem Wert des Konuswinkels des gleichzeitig mit dem koni-

schen Hohlrad und dem Sonnenrad in Eingriff stehenden konischen Verzahnungsbereichs des Planetenrads. Die Zahnflanken der Planetenräder im Eingriffspunkt mit dem Sonnenrad verlaufen dann annähernd parallel zu einer Getriebehauptachse.

5 Dementsprechend ist ein Sonnenrad mit zumindest annähernd zylindrischem Verzahnungsbereich vorgesehen. Die Axialposition des Sonnenrads bleibt ohne große Auswirkungen auf das Verzahnungsspiel. Dementsprechend ist keine genaue Einstellung dieser Axialposition des Sonnenrads erforderlich, wodurch eine einfachere und kostengünstigere Montage ermöglicht wird. Diese Ausgestaltung ist besonders dann vorteilhaft, wenn das Sonnenrad direkt auf einer Welle eines Antriebsmotors angeordnet ist.

15 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform weisen die Verzahnungsbereiche der beiden Hohlräder und die Verzahnungsbereiche der Planetenräder gleiche Moduln auf. Die beiden Verzahnungsbereiche der Planetenräder sind durch entsprechende Wahl der Profilverschiebungs-Faktoren hinsichtlich der effektiven Flankendurchmesser so aufeinander abgestimmt, daß die Zahnflanken der Verzahnungsbereiche der Planetenräder ohne Versatz ineinander übergehen. Da die angrenzenden Endbereiche der Verzahnungsbereiche der Planetenräder mit einem Knick, jedoch ohne Versatz, ineinander
20 übergehen, können sie mit hoher Präzision einfacher hergestellt werden. Die Zähne sind stabil und tragfähig, so daß die axiale Erstreckung reduziert werden kann, wodurch das ganze Getriebe kürzer, steifer und vibrationsärmer wird.

30 In bezug auf die Verzahnungsgeometrie ist bei gleichen Moduln der beiden Hohlräder besonders vorteilhaft, wenn das Hohlrad mit annähernd zylindrischem Verzahnungsbereich die größere Zähnezahl aufweist.

Die Herstellung des Hohlrads mit konischem Verzahnungsbereich wird vereinfacht, wenn es eine große zentrale Öffnung aufweist. Es können dann bei der Bearbeitung Schleifscheiben größeren Durchmessers verwendet werden. Der Durchmesserunterschied zwischen dieser Öffnung und dem Planetenträgerlager kann vorteilhafterweise durch einen Lagerflansch überbrückt werden.

Zur Einstellung der Axialposition des Planetenträgers gegenüber dem Hohlrad mit konischem Verzahnungsbereich kann als Einstellmittel beispielsweise eine Einstellscheibe für die Verzahnungsspieleinstellung verwendet werden. Ist das Einstellmittel in einem von außen zugänglichen Bereich angeordnet, so kann die Spieleinstellung erfolgen, ohne daß hierfür das gesamte Getriebe demontiert zu werden braucht. Als Einstellmittel kann aber auch eine Einstellmutter auf einem Einstellgewinde dienen.

Schließlich kann ein restliches verbliebenes Verzahnungsspiel eliminiert werden durch ein axial wirksames Federelement wie z. B. eine Wellscheibe oder eine Sternfeder, welches zwischen dem Planetenträger und dem Hohlrad mit konischem Verzahnungsbereich vorgesehen ist, dessen axiale Federkraft auf den Planetenträger in Richtung des sich verengenden Konus des Hohlrads mit konischem Verzahnungsbereich wirkt.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längs-Schnitt einer Ausführungsform
eines erfindungsgemäßen Planetengetriebes
mit zylindrischem Sonnenrad und

Fig. 2 einen Längs-Schnitt einer Ausführungsform
eines erfindungsgemäßen Getriebes mit einem
konisch verzahnten Sonnenrad.

Die hochtourig umlaufende Eingangswelle 2 treibt ein Sonnenrad 4 an. Das Sonnenrad 4 und die Eingangswelle 2 sind vorzugsweise einstückig hergestellt.

In der Ausführungsform nach Fig. 1 steht das Sonnenrad 4 in ständigem Zahneingriff mit ersten konischen Verzahnungsbereichen 6 mehrerer doppelkonischer Planetenräder 8. Jedes Planetenrad 8 wird durch einen zweiten konischen Verzahnungsbereich 10 vervollständigt. In der Zeichnung ist ein Planetenrad 8 abgebildet. Bevorzugt sind mindestens drei Planetenräder 8 vorgesehen.

Jeweils eine Planetenachse 12 ist über Lager 14 und 16, vorzugsweise Nadellager, in einem Planetenträger 18 drehbar, jedoch axial verschieblich, gelagert. Die Achse 12 ist um den Neigungswinkel α gegenüber der Getriebehauptachse 20 radial geneigt. Der Achsneigungswinkel der Planetenachsen liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 2° und 7° .

Der erste konische Verzahnungsbereich 6 des Planetenrads 8 ist im Zahneingriff mit einem ersten Hohlrad 22. Der zweite konische Verzahnungsbereich 10 des Planetenrads 8 steht im Zahneingriff mit dem zweiten Hohlrad 24. Der Pla-

netenträger 18 weist keine direkten Anschlußwellen auf, so daß an ihm selbst kein Drehmoment zu- oder abgeführt wird. Die Axialposition des Planetenträgers 18 gegenüber dem Hohlrad 22 mit konisch ausgebildeten Verzahnungsbereich ist über die Buchse 28, das als Kugellager ausgebildete Lager 26 und den Lagerflansch 30 festgelegt. Anstelle eines Kugellagers kann für das Planetenträgerlager beispielsweise auch ein Vierpunkt-Lager mit axialen und radialen Führungseigenschaften verwendet werden. Die Einstellung der Axialposition des Planetenträgers erfolgt mit Hilfe der Einstellscheibe 32, welche vom Sprengring 34 auf der Buchse 28 gehalten wird. Der Lagerinnenring des Lagers 26 ist axial außen in Kontakt mit der Einstellscheibe 32. Innen ist zu einem Absatz in der Buchse 28 axiales Spiel vorgesehen, welches so bemessen ist, daß auch eine dicke Einstellscheibe 32 montierbar ist. Die radiale Abstützung des Planetenträgers 18 erfolgt einerseits über das Lager 26 und andererseits über die Planetenräder 8, deren Radialpositionen ihrerseits von den Zahneingriffen mit den Hohlrädern 22, 24 bestimmt sind. Die Einstellscheibe ist von außen zugänglich, wodurch Einstellarbeiten wesentlich erleichtert werden.

Das Planetenträgerlager 26 ist auf der dem Hohlrad mit zylindrischen Verzahnungsbereich abgewandten Seite des Getriebes angeordnet. Der axiale Abstand a zwischen dem Planetenträgerlager und dem Hohlrad mit zylindrischen Verzahnungsbereich bildet eine Lagerbasis die unerwünschte Kippbewegungen des Planetenträgers abstützt.

Das zweite Hohlrad 24 ist feststehend angeordnet, während das erste Hohlrad 22 den Abtrieb bildet. Mehrere am Umfang verteilte Bohrungen 36 dienen zur Befestigung eines

vom Getriebe anzutreibenden Elements wie z. B. eines Roboterarms. Ein ringförmiges Gehäuse 38 ist mit dem zweiten Hohlrad 24 über Befestigungselemente, hier Schrauben 40, fest verbunden. Der Bund 54 dient der radialen Zentrierung von Hohlrad 24 und Gehäuse 38. Geeignete Dichtungen, beispielsweise O-Ringe 42, gewährleisten eine dichte Verbindung zwischen dem Hohlrad 24 und dem Gehäuse 38. Zwischen dem Gehäuse 38 und einer zylindrischen Außenfläche 44 des Hohlrads 22 ist eine vorzugsweise als Radialwellendichtring 46 ausgebildete Dichtung vorgesehen. Die als O-Ringe ausgeführten Dichtungen 48 im Lagerflansch 30 einerseits und 50 im zweiten Hohlrad 24 andererseits dienen zur Abdichtung gegenüber nicht dargestellten Gehäuseteilen.

Das Hohlrad 22 ist über ein Wälzlager, das als Kreuzrollenlager 52 ausgebildet ist, im ringförmigen Gehäuse 38 drehbar und in Axialrichtung feststehend gelagert. Im Zusammenhang mit der Erfindung bieten sich dem Fachmann anstelle des Kreuzrollenlagers auch andere Lagerausführungen an. Beispielsweise könnten ein oder mehrere Kugellager oder - für Axial- und Radialwirkung getrennte Zylinderrollen - oder Nadellager vorgesehen werden.

Erfindungsgemäß ist der Verzahnungsbereich eines Hohlrads - in den dargestellten Ausführungsformen des feststehenden zweiten Hohlrads 24 - annähernd zylindrisch ausgebildet, während der Verzahnungsbereich des anderen Hohlrads - in den dargestellten Ausführungsformen des ersten Hohlrads 22 - konisch ausgebildet ist. Als annähernd zylindrisch wird ein Verzahnungsbereich eines Hohlrads im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung auch dann noch verstanden, wenn der Wert des Konuswinkels dieses Hohlrads nicht mehr als 40 % des Werts des Achsneigungswinkels der

Planetenachsen beträgt. Der Konuswinkel des anderen, konischen Hohlrads ist in diesem Fall im Verhältnis zum Achsneigungswinkel vorzugsweise deutlich größer.

5 Der Konuswinkel des Verzahnungsbereichs des ersten Hohlrads 22 gegenüber der Getriebehauptachse ist in der Zeichnung mit β bezeichnet. Der Konuswinkel γ des Verzahnungsbereichs 10 des Planetenrads 8, welcher mit dem zylindrischen Hohlrad 24 in Eingriff ist, entspricht in etwa dem
10 Achsneigungswinkel α .

 Die beiden konischen Verzahnungsbereiche des Planetenrads 8 weisen entgegengesetzte Konusrichtung auf. Axial ist das doppelkonische Planetenrad entlang seiner Planetenradachse 12 zwischen den beiden Hohlrädern 22, 24 geführt. Im
15 Planetenträger 18 sind die Planetenräder 8 mittels der Naddellager 14, 16 mit deutlichem axialen Spiel von etwa 1,5 bis 3 mm gelagert, so daß ihre axiale Position allein durch die beiden Hohlräder bestimmt wird.

20 Den größten Einfluß auf die Übertragungstreue des Getriebes haben die Zahneingriffe der beiden Verzahnungsbereiche 6, 10 der Planetenräder 8 mit den beiden Hohlrädern 22, 24. Das Verzahnungsspiel dieser Zahneingriffe kann
25 durch ein einziges Einstellelement, die Einstellscheibe 32, eingestellt werden. Zur Verkleinerung des Verzahnungsspiels wird eine dickere Einstellscheibe 32 gewählt. Kommt dabei der Verzahnungsbereich 6 des Planetenrads 8 an dem konischen Verzahnungsbereich des Hohlrads 22 zum Liegen, so
30 wird das Planetenrad 8 entlang seiner radial geneigten Achse 12 so lange nach schräg außen in Richtung des zylindrischen Hohlrads 24 verschoben, bis auch ein Verzahnungsspiel zwischen dem Verzahnungsbereich 10 des Planetenrads 8 und

dem zylindrischen Verzahnungsbereich des Hohlrads 24 den gewünschten kleinen Wert angenommen hat. Die Axialposition des Hohlrads 24 zum Hohlrad 22 hat keinen Einfluß auf das Verzahnungsspiel, so daß eine Einstellscheibe zwischen den beiden Hohlrädern nicht notwendig ist.

Wurden bei bisher bekannten Getrieben die beiden Hohlräder unbeabsichtigt mit radialem Mittenversatz montiert, so konnte das zu partiellen Klemmerscheinungen und/oder Bereichen großen Zahnspiels führen. Durch die axiale Beweglichkeit der Planetenräder 8 entlang ihrer Planetenachsen 12 können die Planeten axial aus Engstellen ausweichen, wenn in der gleichen Getriebestellung im jeweils anderen Hohlradeingriff mehr Zahnspiel gegeben ist. Ein radialer Mittenversatz beider Hohlräder führt also lediglich zu einer geringfügigen, die Übertragungspräzision des Getriebes nicht störenden zyklischen Axialbewegung der Planetenräder 8.

Um eine gleichmäßige Spielverteilung zwischen den beiden Zahneingriffen mit den Hohlrädern 22, 24 zu erreichen, sind die Konuswinkel der beiden Verzahnungsbereiche der Planetenräder so gewählt, daß die aus der Konizität herrührenden Axialkräfte im wesentlichen ausgeglichen sind. Aufgrund der unterschiedlichen Zähnezahlen der beiden Hohlräder sind die beiden Verzahnungsbereiche der Planetenräder mit deutlich unterschiedlichen Betriebseingriffswinkeln mit den Hohlradverzahnungen in Eingriff. Zwischen dem Verzahnungsbereich 6 des Planetenrads 8 und dem konischen Verzahnungsbereich des Hohlrads 22 herrscht ein deutlich größerer Betriebseingriffswinkel, so daß die bezüglich der Planetenradachse 12 normalgerichtete, radiale Verzahnungskraftkomponente deutlich größer ist als bei dem anderen

Verzahnungsbereich 10, welcher mit dem Hohlrad 24 in Eingriff steht. Um ausgeglichene Axialkräfte auf die Planetenräder 8 zu erhalten, weist der Verzahnungsbereich 6, bei welchem der größere Betriebseingriffswinkel auftritt, einen kleineren Konuswinkel auf. Der größere Betriebseingriffswinkel tritt - gleichen Verzahnungsmodul vorausgesetzt - immer an dem Hohlrad 22 mit der kleineren Zähnezahl auf.

Darüber hinaus weisen beide Verzahnungsbereiche 6, 10 des Planetenrads 8 gleichen Richtungssinn und in etwa gleiche Steigungsmaße auf, so daß auch die aus der Schrägverzahnung herrührenden Axialkräfte auf das Planetenrad 8 im wesentlichen ausgeglichen sind.

Der Achsneigungswinkel α entspricht in etwa dem Wert des Konuswinkels des gleichzeitig mit dem konischen Hohlrad 22 und dem Sonnenrad 4 in Eingriff stehenden konischen Verzahnungsbereichs 6 des Planetenrads 8. Im Eingriffspunkt mit dem Sonnenrad 4 verlaufen die Zahnflanken dieses Verzahnungsbereichs 6 des Planetenrads 8 annähernd parallel zur Getriebehauptachse 20. Daran angepaßt weist das Sonnenrad 4 einen zumindest annähernd zylindrischen Verzahnungsbereich auf. Die Ausführungsform nach Fig. 1 eignet sich besonders für eine Anbindung an einen Antriebsmotor, bei welcher die Antriebswelle 2 fest mit der (nicht dargestellten) Abtriebswelle eines Antriebsmotors verbunden ist. Geringe axiale Verschiebungen des Sonnenrads bleiben ohne Auswirkungen auf das Verzahnungsspiel. Demgegenüber ist in der Ausführungsform nach Fig. 2 ein Sonnenrad 4 mit konischem Verzahnungsbereich vorgesehen, welches in Eingriff mit dem Verzahnungsbereich 10 des Planetenrads 8 steht. Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist die Axialposition des Sonnenrads 4 gegenüber dem Planetenträger 18 durch das Ku-

gellager 56 festgelegt, wodurch auch das Verzahnungsspiel der Zahneingriffe mit dem Sonnenrad 4 bestimmt wird.

In beiden dargestellten Ausführungsformen gehen die
5 Zahnflanken der Verzahnungsbereiche 6, 10 des Planetenrads 8 mit einem Knick, jedoch ohne Versatz, ineinander über. Dies wird dadurch erreicht, daß die beiden Verzahnungsbereiche 6, 10 des Planetenrads gleiche Zähnezahl und gleiche Moduln aufweisen, und daß die beiden Verzahnungsbe-
10 reiche des Planetenrads hinsichtlich der effektiven Flankendurchmesser entsprechend aufeinander abgestimmt sind. Entsprechend der Verzahnungsbereiche 6, 10 des Planetenrads 8 weisen demgemäß auch die Verzahnungsbereiche der beiden Hohlräder 22, 24 gleiche Moduln auf. Das Hohlrad 24
15 mit zylindrischem Verzahnungsbereich weist hierbei eine geringfügig größere Zähnezahl auf als das Hohlrad 22, wodurch die Wolfom-Übersetzung bestimmt wird.

Das Hohlrad 22 mit konischem Verzahnungsbereich weist
20 eine große zentrale Öffnung 58 auf, in der der Lagerflansch 30 aufgenommen und fixiert ist. Das Planetenträgerlager 26, welches durch die resultierende Axialkraft auf den Planetenträger nur relativ gering belastet ist, weshalb ein klein bauendes, handelsübliches Kugellager verwendet
25 werden kann, ist wiederum in dem Lagerflansch 30 aufgenommen.

An der Stelle der Einstellscheibe 32 oder zusätzlich zur Einstellscheibe 32 kann ein Federelement, z. B. eine
30 Wellzscheibe, vorgesehen sein, um ein möglicherweise verbliebenes Verzahnungsspiel zu eliminieren.

Im Zusammenhang mit der Erfindung kann der Planeten-
träger 18 anstelle über das innere Zentralrad (Sonnenrad 4)
auch über andere, eine vergleichbare Vorübersetzung lie-
fernde Räderanordnungen/-ketten, wie z. B. eine Kegel-
5 radstufe, angetrieben werden. Es ist ebenfalls möglich,
Antrieb und Abtrieb zu vertauschen, wobei sich die Dreh-
richtung umkehrt und sich der Zahlenwert der Gesamtüberset-
zung geringfügig ändert.

Bezugszeichen

	2	Eingangswelle
5	4	Sonnenrad
	6	konischer Verzahnungsbereich
	8	Planetenrad
	10	konischer Verzahnungsbereich
	12	Planetenachse
10	14	Nadellager
	16	Nadellager
	18	Planetenträger
	20	Getriebehauptachse
	22	Hohlrad
15	24	Hohlrad
	26	Planetenträgerlager
	28	Buchse
	30	Lagerflansch
	32	Einstellscheibe
20	34	Sprengring
	36	Befestigungsbohrung
	38	Gehäuse
	40	Schraube
	42	O-Ring
25	44	Fläche
	46	Radialwellendichtring
	48	O-Ring
	50	O-Ring
	52	Kreuzrollenlager
30	54	Zentrierbund
	56	Lager
	58	Öffnung

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Planetengetriebe mit einem angetriebenen Sonnen-
rad (4), mit zwei innenverzahnten Hohlrädern (22, 24), von
denen eines feststeht und das andere drehantreibbar gela-
gert ist und den Abtrieb bildet und Planetenrädern (8), die
auf Planetenradachsen (12) in einem Planetenträger (18)
axial verschieblich gelagert sind, und die einen ersten und
einen zweiten konisch verzahnten Verzahnungsbereich (6, 10)
aufweisen, wobei der erste Verzahnungsbereich (6) in stän-
digem Zahneingriff mit einem Hohlrad (24) steht, und der
zweite Verzahnungsbereich (10) (zum ersten Verzahnungsbe-
reich) entgegengesetzte Konusrichtung aufweist und in stän-
digem Zahneingriff mit dem anderen Hohlrad (22) steht, und
wobei ein Verzahnungsbereich (6) der Planetenräder (8) in
ständigem Zahneingriff mit dem Sonnenrad (4) steht, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Verzahnungsbereich
eines Hohlrads (24) annähernd zylindrisch und der Verzah-
nungsbereich des anderen Hohlrads (22) konisch ausgebildet
ist, daß die Planetenradachsen (12) um einen Achsneigungs-
winkel α geneigt verlaufen, daß ein zwischen dem Planeten-
träger (18) und dem Hohlrad (22) mit konischem Verzahnungs-
bereich axial wirksames Planetenträgerlager (26) vorgesehen
ist, und daß die Axialposition des Planetenträgers (18)
gegenüber dem Hohlrad (22) mit konischem Verzahnungsbereich
einstellbar ist, um das Verzahnungsspiel der Verzahnungen
beider Hohlräder (22, 24) gleichzeitig einzustellen.

2. Planetengetriebe nach Anspruch 1, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Konuswinkel der beiden
Verzahnungsbereiche (6, 10) der Planetenräder (8) so ge-
wählt sind, daß die aus der Konizität herrührenden Axial-

kräfte auf die Planetenräder (8) im wesentlichen ausgeglichen sind.

3. Planetengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
5 g e k e n n z e i c h n e t , daß die beiden Verzahnungsbereiche (6, 10) der Planetenräder (8) schrägverzahnt sind, gleichen Richtungssinn und etwa gleiche Steigungsmaße aufweisen, so daß die aus der Schrägverzahnung herrührenden Axialkräfte auf die Planetenräder (8) im wesentlichen ausgeglichen sind.
10

4. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Planetenträgerlager (26) in axialem Abstand vom Hohlrad (24) mit
15 annähernd zylindrischen Verzahnungsbereich angeordnet ist.

5. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Verzahnungsbereich des den Abtrieb bildenden Hohlrads (24) konisch ausgebildet ist und der Verzahnungsbereich des
20 feststehenden Hohlrads (22) annähernd zylindrisch ausgebildet ist.

6. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Achsneigungswinkel α in etwa dem Wert des Konuswinkels der gleichzeitig mit dem konischen Hohlrad (22) und dem Sonnenrad (4) in Eingriff stehenden konischen Verzahnungsbereiche (6) der Planetenräder (8) entspricht, so daß die Zahnflanken dieses
30 Verzahnungsbereichs (6) der Planetenräder (8) im Eingriffspunkt mit dem Sonnenrad (4) annähernd parallel zu einer Getriebehauptachse (20) verlaufen, und daß das Sonnen-

rad (4) einen zumindest annähernd zylindrischen Verzahnungsbereich aufweist.

5 7. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verzahnungen der beiden Hohlräder (22, 24) und die Verzahnungsbereiche (6, 10) der Planetenräder (8) gleiche Moduln aufweisen, daß die Hohlräder eine geringfügig unterschiedliche Zähnezahl aufweisen, und daß die beiden Verzahnungsbereiche (6, 10) der Planetenräder hinsichtlich der effektiven Flankendurchmesser so aufeinander abgestimmt sind, daß die Zahnflanken der Verzahnungsbereiche (6, 10) der Planetenräder (8) ohne Versatz ineinander übergehen.

15 8. Planetengetriebe nach Anspruch 7, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Hohlrad (24) mit annähernd zylindrischem Verzahnungsbereich die größere Zähnezahl aufweist.

20 9. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Hohlrad (22) mit konischem Verzahnungsbereich eine große zentrale Öffnung (58) aufweist.

25 10. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Öffnung (58) einen Lagerflansch (30) aufnimmt in welchem das Planetenträgerlager (26) vorgesehen ist.

30 11. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Veränderung der Axialposition des Planetenträgers (18) am Planetenträgerlager (26) ein Einstellmittel (32) vorgesehen

ist, welches in einem von außen zugänglichen Bereich angeordnet ist.

12. Planetengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis
5 11, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß ein zwischen dem Planetenträger (18) und dem Hohlrad (22) mit konischem Verzahnungsbereich axial wirksames Federelement vorgesehen ist, dessen axiale Federkraft auf den Planetenträger in Richtung des sich verengenden Konus des Hohlrads
10 mit konischem Verzahnungsbereich wirkt, um ein Verzahnungsspiel zu eliminieren.

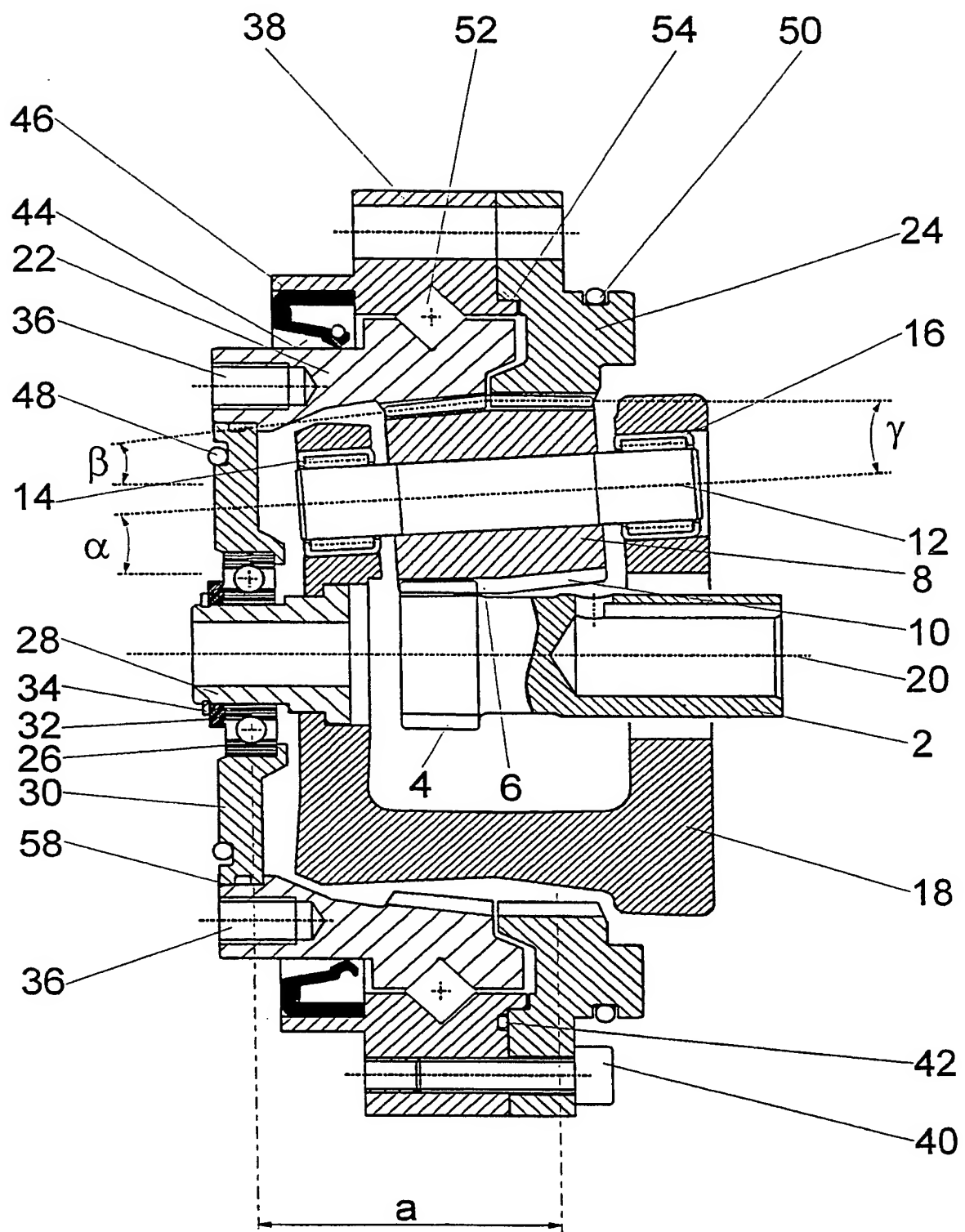


Fig. 1

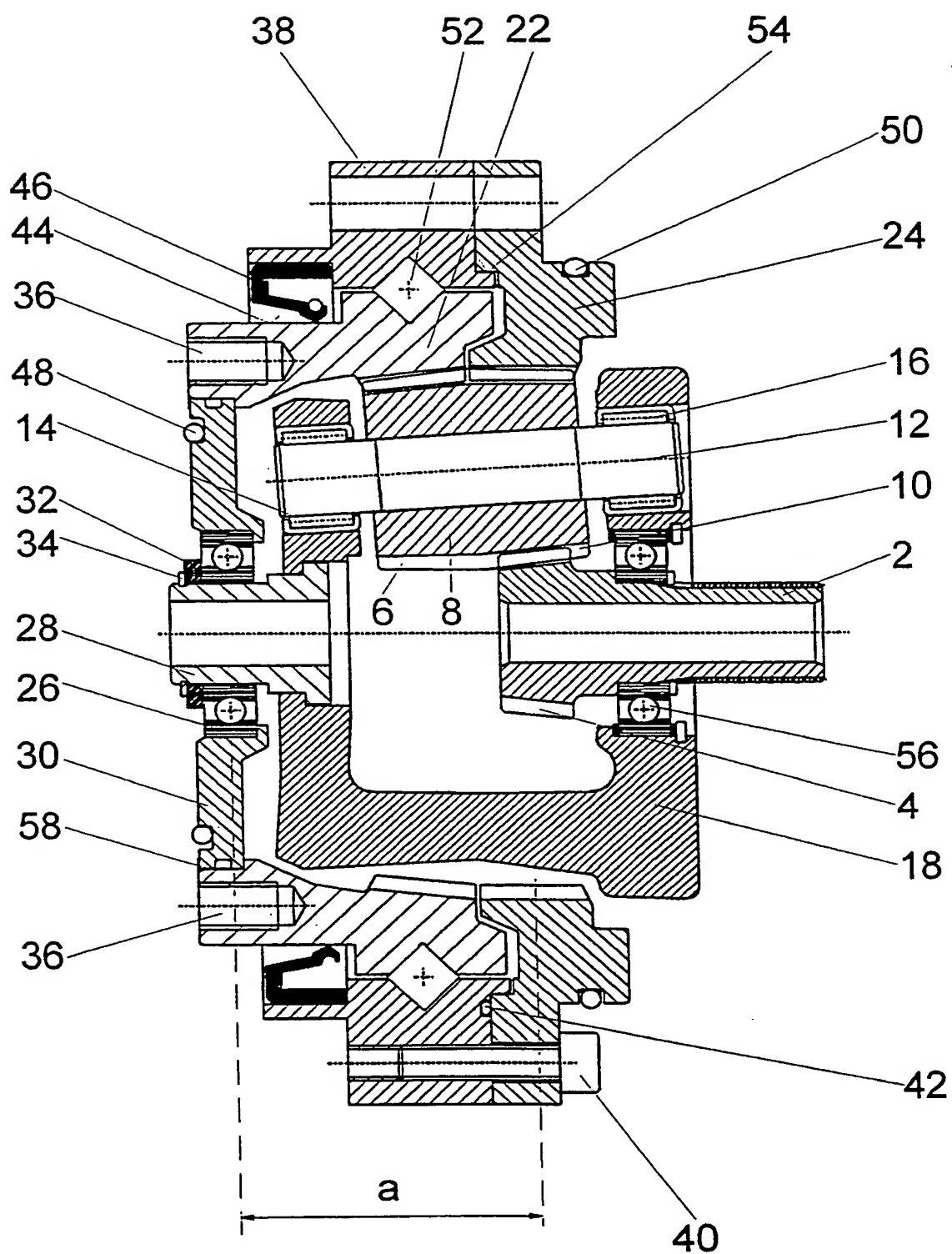


Fig. 2

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F16H1/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 20 255 A (ZF) 10 December 1998 (1998-12-10) column 8, line 32 - line 49; figure 5 ---	1, 12
A	DE 195 10 499 A (ZF) 26 September 1996 (1996-09-26) column 4, line 22 - line 37 column 6, line 67 - column 8, line 2; figure 1 ---	1
A	DE 43 25 295 A (ZF) 2 February 1995 (1995-02-02) cited in the application column 4, line 41 - column 5, line 6; figure 1 --- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 September 2000

Date of mailing of the international search report

27/09/2000

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Flores, E

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 25 831 A (ZF) 16 January 1997 (1997-01-16) cited in the application column 5, line 59 -column 6; figure 1 -----	1
A,P	DE 197 56 967 A (ZF) 24 June 1999 (1999-06-24) cited in the application abstract; figure 1 -----	1

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19720255 A	10-12-1998	WO 9851943 A EP 0981697 A	19-11-1998 01-03-2000
DE 19510499 A	26-09-1996	AT 181408 T DE 59602244 D WO 9629526 A EP 0815367 A ES 2133949 T JP 11502286 T US 5910066 A	15-07-1999 22-07-1999 26-09-1996 07-01-1998 16-09-1999 23-02-1999 08-06-1999
DE 4325295 A	02-02-1995	AU 7532594 A WO 9504232 A EP 0710335 A	28-02-1995 09-02-1995 08-05-1996
DE 19525831 A	16-01-1997	DE 59604785 D WO 9704249 A EP 0839293 A JP 11509299 T US 5957804 A	27-04-2000 06-02-1997 06-05-1998 17-08-1999 28-09-1999
DE 19756967 A	24-06-1999	WO 9932800 A	01-07-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F16H1/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 F16H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 20 255 A (ZF) 10. Dezember 1998 (1998-12-10) Spalte 8, Zeile 32 - Zeile 49; Abbildung 5 ----	1, 12
A	DE 195 10 499 A (ZF) 26. September 1996 (1996-09-26) Spalte 4, Zeile 22 - Zeile 37 Spalte 6, Zeile 67 - Spalte 8, Zeile 2; Abbildung 1 ----	1
A	DE 43 25 295 A (ZF) 2. Februar 1995 (1995-02-02) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 41 - Spalte 5, Zeile 6; Abbildung 1 ----- -/--	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung befragt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. September 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/09/2000

 Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Flores, E

THIS PAGE RI ANK (ISPTO)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 25 831 A (ZF) 16. Januar 1997 (1997-01-16) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5, Zeile 59 -Spalte 6; Abbildung 1 ---	1
A,P	DE 197 56 967 A (ZF) 24. Juni 1999 (1999-06-24) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19720255 A	10-12-1998	WO 9851943 A EP 0981697 A	19-11-1998 01-03-2000
DE 19510499 A	26-09-1996	AT 181408 T DE 59602244 D WO 9629526 A EP 0815367 A ES 2133949 T JP 11502286 T US 5910066 A	15-07-1999 22-07-1999 26-09-1996 07-01-1998 16-09-1999 23-02-1999 08-06-1999
DE 4325295 A	02-02-1995	AU 7532594 A WO 9504232 A EP 0710335 A	28-02-1995 09-02-1995 08-05-1996
DE 19525831 A	16-01-1997	DE 59604785 D WO 9704249 A EP 0839293 A JP 11509299 T US 5957804 A	27-04-2000 06-02-1997 06-05-1998 17-08-1999 28-09-1999
DE 19756967 A	24-06-1999	WO 9932800 A	01-07-1999

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)